



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218766
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 04 R 1/28

(22) Přihlášeno 11 07 80

(21) (PV 4930-80)

(40) Zveřejněno 30 07 82

(45) Vydáno 15 04 85

(75)

Autor vynálezu

SMETANA CTIRAD ing. CSc., ŘEHÁK VRATISLAV ing., PRAHA

(54) Mikrofonní sonda s vyměnitelným zvukovodem

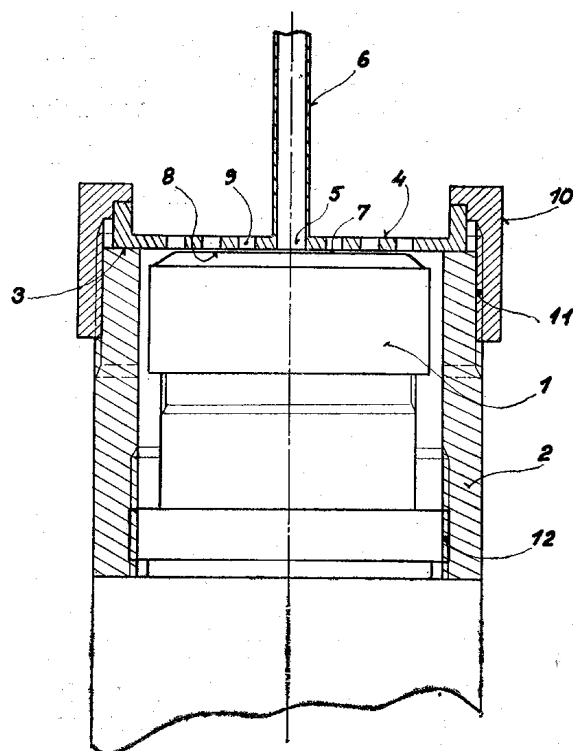
1

Technický problém vynálezem řešený: konstrukce mikrofonní sondy pro případy, kdy rozměry její aktivní části mají být menší nežli vlnová délka snímaného signálu, a možnost rychlé výměny zvukovodu.

Stručný výklad podstaty vynálezu: sonda je vytvořena z měřicího tlakového mikrofonu, na jehož těleso je našroubován distanční prsten. Na jeho čelní plochu na jeho druhé straně dosedá příruba upravená na výstupním ústí zvukovodu. Mezi aktivní částí měřicího tlakového mikrofonu a opracovanou přivrácenou plochou příruby zvukovodu vzniklá komůrka má tloušťku menší nežli 0,20 mm. Příruba zvukovodu s alespoň 1 otvorem je rozebíratelně spojena s distančním prstenem.

Možné obory využití vynálezu: termomechanika, aeromechanika, elektroakustika.

2



Vynález se týká mikrofonní sondy s vyměnitelným zvukovodem, určené pro měření akustického tlaku v případech, kdy rozměry její aktivní části mají být menší nežli vlnová délka snímaného signálu a/nebo menší nežli proměřované místo vyšetřovaného prostoru, přičemž je možno snadno a rychle vyměňovat různé zvukovody při zachování reprodukovatelnosti a přesnosti měření z rozsahu akustických tlaků, měřitelných použitým snímačem akustického tlaku — dále jen snímačem — například měřicím tlakovým mikrofonem, až do nejvyššího možného horního mezního kmitočtu snímaného signálu.

Z teoretického rozboru vyplývá, že při měření akustického tlaku, jako je tomu například při měření jeho fluktuací v proudící tekutině, je nezbytně nutné, aby rozměry snímače, který tento akustický tlak snímá, byly menší nežli je vlnová délka snímaného signálu a/nebo menší nežli proměřované místo vyšetřovaného prostoru, v němž se tento akustický tlak měří. Takto vzniká požadavek, aby takový snímač nebo — přesně vyjádřeno — aktivní část tohoto snímače, to znamená například membrána měřicího tlakového mikrofonu, byly menší nežli 3 mm, případně pouze 1 mm. Snímač tak malých rozměrů má ovšem nedostačující citlivost, a proto se používá sondy se zvukovodem, jehož vstupní ústí je umístěno v měřeném prostoru a zvukovod přenáší fluktuace tlaku k použitému značně rozměrnějšímu snímači.

Jednoduchý zvukovod ve tvaru prosté trubky by ovšem působil jako jednostranně nebo oboustranně otevřená píšťala s řadou význačných rezonancí nebo antirezonancí, v důsledku čehož símač odevzdává větší nebo menší signál. Z toho důvodu je nutno zvukovod ztlumit například vložením porézní hmoty. Ztlumením se rezonance nebo antirezonance omezí tak, že lze již uskutečnit měření, avšak i takto upravený zvukovod má přesto přenosovou charakteristiku značně zvlněnou, a proto je nutno naměřené hodnoty korigovat. Kromě toho doposud používané konstrukce omezují nejvyšší přenášený kmitočet na 8 až 12 kHz, přičemž pokles přenosové funkce při tomto kmitočtu je asi 10 dB; korekcím naměřených hodnot u vyšších kmitočtů se nelze vyhnout ani při ideálně ztlumeném zvukovodu. Z teoretického rozboru vyplývá, že je nutné tloušťku vzduchové komůrky nad aktivní částí snímače udělat tak velkou, aby impedance poddajnosti, odpovídající uzavřené komůrce, byla větší než charakteristická impedance zvukovodu. V obtížnosti nastavení správného tlumení zvukovodu a případně nastavení tloušťky komůrky nad membránou měřicího tlakového mikrofonu tkví hlavní praktická omezení při realizaci mikrofonní sondy.

Při jiném řešení se opatří zvukovod sondy otvory, umístěnými v blízkosti měřicího

mikrofonu a zakrytými prodyšným materiálem, jehož akustický odpor je roven charakteristické impedanci sondy. V tomto případě se na přenosové charakteristice neprojeví zvlnění vyvolané chováním zvukovodu jako píšťaly. Nejvyšší přenášený kmitočet je omezen technicky realizovatelnou tloušťkou vzduchové komůrky nad membránou, jejíž velikost je závislá na průměru membrány. U dalšího možného řešení mikrofonní sondy se zvukovodem je průřez zvukovodu stálý a/nebo se rozvírá spojitě směrem od vstupního ústí k výstupnímu ústí, je opatřena otvory v desce, resp. v přírubě na výstupním ústí zvukovodu; tyto otvory v přírubě, která tvoří druhou stěnu komůrky nad aktivní částí snímače, jsou opět buď částečně kryty příložkami a/nebo vyplněny prodyšným materiálem. Takto je zvukovod uzavřen charakteristickou impedancí, tudíž nevzniká žádný odraz a akustický tlak působící na aktivní část snímače je přibližně roven hodnotě akustického tlaku na vstupním ústí zvukovodu.

Běžné konstrukce mikrofonů, případně mikrofonních vložek a zvukovodů nedovolují při realizaci s ohledem na poškození membrány tloušťku komůrky menší než asi 0,4 mm. Ani při největší výrobní pečlivosti však nelze dosáhnout menší tloušťky komůrky nežli 0,2 mm, což klade poměrně značné nároky na výrobní technologii.

Dosud známá řešení mikrofonních sond vykazují různé nevýhody a nedostatky. Velkou nevýhodou je nutnost nastavovat vždy znova jednak ztlumení zvukovodu, jednak tloušťku, případně objem komůrky nad aktivní částí snímače v případě výměny zvukovodu mikrofonní sondy. Další závažnou nevýhodou je skutečnost, že nastavení tloušťky komůrky nad aktivní částí snímače, například tloušťky 0,4 mm, bylo dosud proveditelné pouze s velkými obtížemi, přičemž tloušťka 0,4 mm komůrky je ještě poměrně velká, což má za následek, že hodnota horního mezního přenášeného kmitočtu je podstatně nižší nežli v případě, když by tloušťka komůrky byla řádově pouze několik setin mm.

Podstatou vynálezu je mikrofonní sonda s vyměnitelným zvukovodem, určená pro měření akustického tlaku v případech, kdy rozměry její aktivní části mají být menší nežli vlnová délka snímaného signálu a/nebo menší nežli proměřované místo vyšetřovaného prostoru, přičemž je možno snadno a rychle vyměňovat různé zvukovody při zachování reprodukovatelnosti a přesnosti měření v rozsahu akustických tlaků měřitelných použitým snímačem akustického tlaku až do nejvyššího možného horního mezního kmitočtu snímaného signálu.

Podle vynálezu je mikrofonní sonda s vyměnitelným zvukovodem vytvořena ze snímače akustického tlaku — dále jen snímač — například z měřicího tlakového mi-

krofonu, na jehož těleso, opatřené v osazené části závity, je jednou stranou našroubován distanční prsten, na jehož čelní plochu na jeho druhé straně dosedá příruba upravená na výstupním ústí zvukovodu, přičemž mezi aktivní částí snímače a opracovanou přivrácenou plochou příruby zvukovodu vzniklá komůrka má tloušťku menší nežli 0,20 mm, a příruba zvukovodu, opatřená alespoň jedním otvorem v rozsahu plochy aktivní části snímače a případně vyztuženým okrajem, je rozebíratelně spojena s distančním prstenem. Dále je podle vynálezu alespoň jeden otvor v přírubě zvukovodu v rozsahu aktivní části snímače zakryt a/nebo vyplněn porézní hmotou.

Řešení podle vynálezu vykazuje následující výhody a nové účinky: především lze snadno a rychle vyměňovat rozdílné zvukovody, z různých důvodů používané, které se navzájem liší svou velikostí, různým tvarem vstupního ústí a různým tvarem navedení do měřeného prostoru. Dále odpadá nutnost nastavovat vždy znova zatlumení zvukovodu a tloušťky komůrky, případně jejího objemu nad aktivní částí snímače při výměně zvukovodu. Jednotlivé zvukovody lze předem a jednou provždy upravit a pro takto upravené nastavit jejich optimální tlumení. Kromě toho je manipulace se zvukovodem omezena pouze na jeho mechanické spojení s pouzdrům, v němž je trvale zamontován snímač. Další výhodou je zachování přesné minimální tloušťky vzduchové komůrky, je automaticky zajištěno a nemůže být při obvyklé, účelné a opatrné manipulaci se zvukovodem nijak narušeno. Konstrukční řešení podle vynálezu umožňuje dále nastavení dosud technologicky jen s velkými obtížemi dosažitelné malé tloušťky komůrky nad aktivní částí snímače, to znamená tloušťky několika setin mm. Vlivem této několikanásobně menší hodnoty proti dosud dosažitelné hodnotě 0,4 mm se zvýšil horní mezní přenášený kmitočet taktéž několikanásobně proti dosahovaným hodnotám u dosud používaných konstrukcí mikrofonních sond.

Je-li poloměr aktivní části snímače označen R_2 a poloměr výstupního ústí zvukovodu označen R_1 , pak při tloušťce t komůrky, definované výrazem

$$t = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_1^3}{R_2^2 - R_1^2},$$

je dán horní mezní kmitočet f vztahem

$$f < \frac{c_0}{\sqrt{2\pi} \cdot R_2},$$

v němž c_0 je rychlost šíření zvuku v prostředí. Lze takto prakticky dosáhnout hodnoty f řádově desítek kHz.

Na výkrese je znázorněn příklad celkového uspořádání mikrofonní sondy s vyměnitelným zvukovodem. Na těleso snímače 1,

opatřené závitem 12, je našroubován distanční prsten 2, jehož čelní styčná plocha 3 a příruba 4 na výstupním ústí 5 zvukovodu 6 jsou přesně opracovány, aby tloušťku komůrky 7 mezi aktivní částí 8 snímače 1 a přivrácenou plochou příruby 4 bylo možno nastavit co nejmenší. Příruba 4, opatřená otvory 9, je k distančnímu prstenu 2 upevněna převlečnou maticí 10, našroubovanou na závity 11, vyřiznuté na vnějším povrchu distančního prstenu 2, na jehož opačné straně jsou závity 12, které jsou vyřiznuty na vnějším povrchu tělesa snímače 1 a na vnitřním povrchu distančního prstenu 2. Příruba 4 má zesílený okraj ve tvaru válcového nákrčku, o nějž se opírá převlečná matice 10.

Uspořádání mikrofonní sondy podle vynálezu umožňuje rychlou a snadnou výměnu různých zvukovodů 6 bez narušení hlavní podmínky reprodukovatelnosti a přesnosti měření tím, že bez ohledu na použitý zvukovod 6 zůstává stejná tloušťka vzduchové komůrky 7 mezi membránou 8 snímače 1 a přivrácenou plochou příruby 4 na výstupním ústí 5 zvukovodu 6. Z toho důvodu musí být nejen styčná plocha 3 distančního prstenu 2, ale celá přivrácená plocha příruby 4 přesně opracována. Nejmenší tloušťka vzduchové komůrky 7 může být prakticky dosažena v hodnotě řádově setin mm. Přesnou výrobou lze dosáhnout, aby při rovinném provedení nepřekročila odchylka rovnoběžnosti membrány 8 a přivrácené plochy příruby 4 tři stupně obloukové míry, tj. asi 0,05 radiánů.

Různé zvukovody 6, které navzájem se liší svými rozměry, tvarem a provedením vstupního ústí nebo tvarem navedení do měřeného prostoru, lze jednou provždy ztlumit. To znamená, podle požadované hodnoty akustického odporu je třeba buď zakrýt, nebo též vyplnit otvory 9 v přírubě 4 vhodnou porézní hmotou. Při výměně zvukovodů je popsáním uspořádáním dostatečně zajištěna neměnnost tloušťky komůrky 7 a v důsledku toho stejné ztlumení zvukovodů, stejná citlivost snímací soustavy a stejný nejvyšší horní mezní přenášený kmitočet.

Konstrukční provedení podle vyobrazení lze ovšem různým způsobem modifikovat. Například naznačené provedení rozebíratelného spojení distančního prstenu 2 s přírubou 4 může být nahrazeno například buď bajonetovým závěrem, nebo prostým nasunutím příruby 4, opatřené vhodně tvarovaným okrajem například nákrčkem, na distanční prsten 2 a zajištěním, a podobně. Naznačená rovinná úprava styčné plochy 3 a/nebo přivrácené plochy příruby 4 k ploše aktivní části snímače 1 mohou být nahrazeny, případně modifikovány, například kuželovým, polokulovým a/nebo jiným provedením.

Uspořádání mikrofonní sondy s vyměni-

telným zvukovodem podle vynálezu umožňuje její široké použití: především lze měřit akustický tlak ve velmi malé oblasti akustického pole. Prakticky lze tuto oblast považovat za bod. Užitím zvukovodů různých tvarů a velikostí lze měřit akustické tlaky v prostředí se zvýšenou teplotou, případně při chlazení zvukovodu lze měřit tlaky v prostředí s vysokou teplotou. Kromě toho použití zvukovodu umožňuje měření akustického tlaku v obtížně přístupných místech nebo v místech s nebezpečným zářením.

Specifické přednosti mikrofonní sondy

podle vynálezu jsou: stabilita přenosových vlastností při různých zvukovodech vyměnitelných podle účelu použití, dále vyrovnaný kmitočtový průběh a relativně vysoký horní mezní kmitočet při neovlivňované citlivosti.

Mikrofonní sonda s vyměnitelným zvukovodem má možnost velmi širokého uplatnění svých vlastností a výhod nejen v oblasti základního výzkumu, ale také v průmyslové oblasti. Z hlediska oborů přicházejí v úvahu zejména: termomechanika, aerodynamika, elektroakustika.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Mikrofonní sonda s vyměnitelným zvukovodem určená pro měření akustického tlaku v případech, kdy rozměry její aktivní části jsou menší nežli vlnová délka snímaného signálu a/nebo menší nežli proměřované místo vyšetřovaného prostoru, vyznačená tím, že je tvořena ze snímače (1) akustického tlaku, například měřicího tlakového mikrofonu, na jehož těleso, opatřené v osazené části závity (12), je jednou stranou našroubován distanční prsten (2), na jehož čelní plochu (3) na jeho druhé straně dosedá příruba (4), upravená na výstupní ústí (5) zvukovodu (6), přičemž mezi aktivní

částí (8) snímače (1) a opracovanou přivrácenou plochou příruby (4) zvukovodu (6) vzniklá komůrka (7) má tloušťku menší nežli 0,20 mm, a příruba (4) zvukovodu (6), opatřená alespoň jedním otvorem (9) v rozsahu plochy aktivní části (8) snímače (1) a/nebo vyztuženým okrajem, je rozebitelně spojena s distančním prstenem (2).

2. Mikrofonní sonda podle bodu 1 vyznačená tím, že alespoň jeden otvor (9) v přírubě (4) zvukovodu (6) v rozsahu plochy aktivní části (8) snímače (1) je zakryt a/nebo vyplněn porézní hmotou.

